

ÁNGEL MARTÍNEZ SÁNCHEZ \*  
MANUELA PÉREZ PÉREZ \*

## El control de la eficiencia en las actividades de I + D en la empresa industrial española<sup>1</sup>

**SUMARIO:** 1. Introducción. 2. La medida de la eficiencia en I + D. 2.1. Indicadores de eficiencia de I + D. 2.2. Estudios empíricos sobre análisis de la eficiencia en I + D. 3. Estudio empírico en la empresa industrial española. 3.1. Metodología. 3.2. Resultados. Conclusión e implicaciones. Referencias.

**RESUMEN:** Este trabajo recoge los resultados de un estudio a empresas españolas sobre el uso de indicadores y métodos de análisis de la eficiencia en la gestión de sus actividades de I + D. El uso de indicadores cuantitativos es similar al de los cualitativos, y en cuanto a los métodos de análisis, los más empleados son las ratios y el análisis financiero. Las diferencias en el uso de análisis e indicadores de eficiencia resultan significativas en las empresas de mayor esfuerzo investigador. El uso de algunos métodos está relacionado con los mecanismos de control del progreso del proyecto de I + D.

**Palabras clave:** Análisis de eficiencia, proyectos de I + D, métodos e indicadores.

**ABSTRACT:** This paper shows the results from a survey to Spanish manufacturing firms on the use of indicators and methods to analyze the efficiency of their R&D activities. The use of quantitative indicators has been found to be very similar than the use of qualitative indicators. On the other hand, ratios and financial methods are the most used techniques. The differences in the use of indicators and methods are significative for the most R&D intensive companies. The use of some techniques is related to the control mechanisms applied to R&D projects.

**Key words:** Efficiency analysis, R&D projects, methods and indicators.

### 1. Introducción

Una de las características inherentes a las actividades de investigación y desarrollo (I + D) es su elevado riesgo. Así, por ejemplo, muchos estudios señalan que, en promedio, el 40 por 100 de los nuevos productos —uno de los resultados de la

\* Departamento de Economía y Dirección de Empresas. Centro Politécnico Superior. Zaragoza.

<sup>1</sup> Una versión preliminar de este trabajo fue presentada en el X Congreso Nacional de ACEDE (Oviedo, 4-5 septiembre 2000). Los autores agradecen los comentarios recibidos del relator de la comunicación en el Congreso y de dos evaluadores anónimos de la revista.

Ángel Martínez Sánchez y Manuela Pérez Pérez

I + D—fracasan en términos económicos en el mercado (STEVENS y BURLEY, 1997). Dada la cantidad de recursos que a la I + D dedican las empresas y Organismos públicos, no resulta extraño que distintos estudios indiquen la importancia que para estos agentes tiene el control de la eficiencia de sus procesos de I + D. Por ejemplo, una encuesta realizada entre las empresas norteamericanas que más invierten en I + D, señalaba que el principal problema al que se enfrentaban los responsables de I + D era la medición y mejora de la eficacia y la eficiencia de estos procesos (BURKHART, 1995).

Un proceso de I + D eficiente es un proceso que utiliza más productivamente los recursos escasos de la organización y que se encuentra también más integrado con otros departamentos. Ahora bien, dado que el trabajo de I + D es mucho más creativo y menos repetitivo que el de, por ejemplo, las actividades de fabricación, hay empresas que se muestran incluso reacias a implementar sistemas de medida y control del trabajo de I + D, por el posible efecto negativo que dicho control pueda tener sobre la creatividad de los investigadores y científicos. En España no existen estudios sobre el análisis de eficiencia que realicen las empresas industriales en sus procesos de I + D. La única literatura relacionada con este tema es la de los métodos y criterios de evaluación y selección de proyectos de I + D, en la medida que parte de esos criterios pueden ser también utilizados para controlar el desarrollo del proyecto de I + D.

El objetivo de este trabajo es analizar la utilización que se realiza en la empresa industrial española de los indicadores y métodos de control de la eficiencia de los proyectos de I + D, utilizando como base empírica una encuesta a empresas receptoras de ayudas del CDTI. El trabajo se estructura de la siguiente manera: el segundo apartado realiza una revisión de la literatura sobre los estudios empíricos del análisis de la eficiencia en I + D; en el tercer apartado se realiza un estudio sobre el uso de los indicadores de eficiencia en la empresa industrial española, así como de los métodos de análisis y control de dicha eficiencia; por último, se presentan las principales conclusiones del trabajo.

### 2. La medida de la eficiencia en I + D

Los métodos de medida de la eficiencia de la I + D descritos en la literatura son de naturaleza tan variada, y en algunos casos únicamente utilizables para situaciones muy concretas, que resulta difícil clasificarlos de una forma sistemática (WERNER y SOUDER, 1997a). La primera parte de este apartado realiza una clasificación de los indicadores existentes conforme a si la medición es cuantitativa (numérica) o cualitativa (no numérica), y a si las medidas están basadas en información objetiva o en opiniones subjetivas. Existen indicadores de eficiencia que pueden emplearse para todas y cada una de las fases de proceso de I + D mientras que otros indicadores resultan más apropiados para alguna de ellas o para una actividad concreta del proceso de innovación. La segunda parte del apartado recoge los resultados sobre el uso del análisis de eficiencia en empresas industriales.

2.1. INDICADORES DE EFICIENCIA DE I + D

2.1.1. Medidas objetivo-cuantitativas

Las medidas objetivo-cuantitativas generan normalmente indicadores de funcionamiento del proceso de I + D, centrados en el uso de indicadores numéricos. La tabla 1 recoge ejemplos de las variables y criterios más comúnmente utilizados para estos indicadores. Las variables están agrupadas en cuatro bloques; el bloque de *inputs* al proceso de I + D; el bloque del proceso propiamente dicho de I + D; el bloque de *outputs* de la I + D, medidos tanto en cantidad como en calidad; y el bloque de los resultados que la empresa consigue con dichos *outputs*. De esta forma, pueden combinarse las variables de los distintos bloques para formar diferentes indicadores.

TABLA 1.—Variables utilizadas en indicadores objetivo-cuantitativos de eficiencia de la I + D

Inputs	Proceso	Outputs	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal de I + D</li> <li>Gastos totales de I + D</li> <li>Material de investigación</li> <li>Ideas internas y externas estudiadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desviaciones en tiempos</li> <li>Desviaciones en costes</li> <li>Objetivos parciales cumplidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Patentes solicitadas</li> <li>Patentes concedidas</li> <li>Nuevos productos introducidos</li> <li>Publicaciones</li> <li>Nuevos procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ahorro de costes</li> <li>Incremento de beneficios atribuidos a I + D</li> <li>Incremento de ventas</li> <li>Necesidades satisfechas del cliente</li> <li>Royalties</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Una medida de eficiencia habitualmente utilizada es la de la ratio del beneficio atribuible a I + D y la inversión en I + D. La eficiencia de la I + D puede mejorarse con actuaciones que disminuyen el denominador, aumenten el numerador o ambas. Cuando se utilizan ratios de eficiencia, como ésta que maneja periodos de tiempo distintos, hay que emplear técnicas de valor actualizado para poder comparar, por ejemplo, ratios de beneficio-gasto de I + D que sean iguales pero que correspondan a periodos diferentes.

Otra ratio muy utilizada es la de los ingresos generados por los nuevos productos introducidos en los últimos tres o cinco años dividido por las ventas totales en ese periodo de tiempo (WHITELEY, 1998). McGRATH y ROMER (1994) sugieren una variación interesante de este indicador utilizando los incrementos de los beneficios generados por los nuevos productos divididos por la inversión en desarrollo de productos. Este indicador incluye medidas de los recursos desperdiciados en I + D por proyectos cancelados y otras causas que disminuyen la eficiencia de I + D.

Una ventaja importante de la mayoría de estas medidas objetivo-cuantitativas es que son fáciles de usar e interpretar. Por ejemplo, las bases de datos de patentes existentes permiten acceder a la información deseada *online* y de forma gratuita o

con un coste asumible para muchas empresas. Estas medidas son las más idóneas para las últimas etapas del esfuerzo de I + D —desarrollo de producto, preproducción, I + D en fabricación— porque en estas actividades se dispone de toda la información cuantitativa del proyecto de I + D, mientras que en las fases iniciales —investigación básica o aplicada— únicamente se tienen estimaciones de algunas variables con las que es más apropiado emplear medidas subjetivo-cuantitativas o cualitativas.

2.1.2. Medidas subjetivo-cuantitativas

Están basadas en valoraciones subjetivas —bueno, malo, etcétera— que se convierten en números utilizando definiciones o equivalencias —malo (0), bueno (1), etc.— que pueden estar predeterminadas o definirse en cada caso por consenso. A diferencia de las medidas objetivas que sólo pueden recoger resultados del pasado, las medidas subjetivo-cuantitativas sirven para integrar estimaciones tanto del pasado como del futuro. Por ejemplo, uno de los métodos utilizados (PATTERSON, 1983) consiste en que un grupo de personas de I + D, *marketing* y planificación recogen datos y estiman conjuntamente los resultados esperados de las actividades de I + D. Estas valoraciones se comparan después para analizar la eficiencia con las series históricas de datos de estimaciones y resultados de los últimos 15 años. La tabla 2 recoge ejemplos de variables y criterios utilizados para estas medidas.

TABLA 2.—Variables utilizadas en indicadores subjetivo-cuantitativos de eficiencia de la I + D

Inputs	Proceso	Outputs	Resultados
<ul style="list-style-type: none"> <li>Excelencia y utilidad de las capacidades del personal de I + D</li> <li>Grado de profesionalidad del personal de I + D</li> <li>Suministro de equipo necesario</li> <li>Facilidad de acceso a la información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordinación entre I + D y otros departamentos</li> <li>Grado de comunicación entre departamentos</li> <li>Adecuación del proceso de planificación</li> <li>Grado de suministro de información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilidad de la tecnología desarrollada</li> <li>Calidad del trabajo de I + D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejora de las prácticas de gestión</li> <li>Adecuación a la estrategia de la empresa</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Las técnicas habitualmente utilizadas para convertir las valoraciones subjetivas en números son las listas de criterios, los diagramas de perfil y los modelos de puntuación (SOUDER, 1988). Los diagramas de perfil son listas de criterios en las que la valoración de la empresa o proyecto se compara con las mejores prácticas del sector o con los objetivos propuestos. Por su parte, los modelos de puntuación asignan un valor global al conjunto de criterios considerados en la medida de eficiencia.

Las medidas subjetivo-cuantitativas son más útiles para las etapas intermedias de I + D —investigación aplicada y desarrollo de producto— en las que aún no se dispone de todos los datos cuantitativos que describen el proceso o proyecto, y hay que evaluarlos entonces de forma subjetiva.

### 2.1.3. Medidas cualitativas

En estas medidas lo único que se tiene en cuenta son las opiniones y valoraciones de los expertos, pero sin llegar nunca a expresarlas de forma cuantitativa sino dejándolas en valoraciones subjetivas como, por ejemplo, bueno, adecuado o excelente. Estas medidas se centran exclusivamente en la eficiencia del personal de I + D o de grupos y departamentos de investigación, mientras que las medidas cuantitativas pueden analizar la eficiencia de proyectos de I + D o procesos de producción. Las cuatro técnicas de evaluación cualitativa más comunes son:

- Autoevaluaciones. Cada persona evalúa su propia contribución a los objetivos de I + D. Estas medidas son, en general, bastante sesgadas e inexactas.
- Evaluación de supervisores. Son más objetivas que las autoevaluaciones, aunque también pueden tener sesgos, y hay estudios que muestran que esta valoración está significativamente correlacionada con la productividad del investigador, medida en términos de patentes por gasto de I + D (KELLER y HOLLAND, 1982).
- Evaluación de colegas expertos. Cada miembro del grupo de I + D se evalúa a sí mismo y a sus compañeros. Después, un evaluador correlaciona los datos y los resume en una valoración global (MEINHART y PEDERSON, 1989). Este método de evaluación tiende a desincentivar aquel tipo de I + D que no vaya después a ser valorado por los expertos, ya sea como publicaciones científicas o como patentes (HERBERTZ y MÜLLER-HILL, 1995).
- Auditorías externas. Son más amplias que las anteriores, y en ella se examinan con profundidad todos los aspectos del departamento o proyecto de I + D. Se utilizan tanto en el sector público como en empresas privadas (RUBENSTEIN y GERSLER, 1991).

La medición cualitativa es más aconsejable para la etapa inicial del trabajo de I + D —investigación básica— en la que no se dispone de la información que necesitan las medidas cuantitativas. La ventaja de las técnicas cualitativas es que favorecen la comunicación, el aprendizaje, y el trabajo en grupo de los participantes en la evaluación. A diferencia de las medidas cuantitativas, en que básicamente se manejan números o ratios, las técnicas cualitativas obligan a los participantes a reflexionar con rigor y a expresar con detalle sus opiniones sobre los aspectos que están evaluando. Por contra, la medición cualitativa requiere un mayor conocimiento y formación por parte de los evaluadores que la que hace falta para emplear la mayoría de las mediciones cuantitativas existentes.

### 2.1.4. Medición integrada de la eficiencia

Las medidas integradas son aquellas que combinan medidas cuantitativas y cualitativas en el mismo proceso de valoración. Son las más exactas, completas y flexibles porque recogen aspectos tanto cuantitativos como cualitativos, porque pueden medir la eficiencia del conjunto del proyecto u operación de I + D, y porque

pueden adaptarse a diferentes tipos de I + D (HAUSER y ZETTELMEYER, 1997). A cambio, resultan más costosas y difíciles de emplear.

Existen diversos métodos integrados. Por ejemplo, BROWN y SVENSON (1998) combinan cuatro medidas de un proyecto de I + D en una puntuación global: una tasa de retorno, una previsión de tiempo de realización del proyecto, una evaluación de la calidad del proyecto, y una estimación del coste. SCHAINBLATT (1982) utiliza un enfoque parecido que estima el beneficio anual potencial, la probabilidad de comercialización, y la competitividad técnica y la globalidad del programa de I + D, factores que son evaluados con unas escalas subjetivas que se comparan con situaciones reales. TIPPING *et al.* (1995) incluyen en su valoración integrada a 30 medidas tales como el grado de integración de I + D con otros departamentos, el proceso de transición a fabricación, o la adecuación de la tecnología a la estrategia de la empresa. Por último, otro esquema es el de LEE *et al.* (1996) que está formado por 15 criterios contrastados por investigadores y gerentes de I + D de varias empresas.

## 2.2. ESTUDIOS EMPÍRICOS SOBRE ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA EN I + D

Un estudio de SCHAINBLATT (1982) en 34 empresas norteamericanas intensivas en investigación encontró que un 60 por 100 no medían la eficiencia de su I + D, y que sólo un 7 por 100 utilizaban algún indicador de eficiencia con cierta frecuencia. La razón principal de la infratilización de medidas de la eficiencia era el escepticismo de los gerentes sobre su validez. MOSER (1985) en otro estudio en empresas norteamericanas de los 13 indicadores más citados en la literatura contrastó también su escasa utilización entre las empresas. Análogas evidencias encontraron HIGGINS y WATTS (1986) en Gran Bretaña.

TIPPING (1993) en un estudio de 100 empresas norteamericanas encontró que la mitad de las empresas encuestadas utilizaban de manera habitual un método sistemático de medida de la eficiencia de su I + D, y que las empresas en las que con mayor rigor se realizaba este análisis eran aquellas en las que los departamentos de I + D y de *marketing* eran muy independientes entre sí. Estas empresas medían la eficiencia en términos de la contribución de I + D a los objetivos de *marketing* y a la rentabilidad financiera de la empresa.

WERNER y SOUDER (1997b) en un estudio de 40 empresas norteamericanas y alemanas encontraron diferencias en el empleo de criterios y de métodos de medición. En las empresas norteamericanas, se ponía un mayor énfasis en calcular ratios *output/input* como, por ejemplo, patentes concedidas en relación al dinero invertido en I + D, combinando además criterios cuantitativos y cualitativos. Por su parte, en las empresas alemanas, los gerentes tenían menos confianza en la medición de la eficiencia de I + D y preferían preocuparse más por la evolución de medidas de *input* como, por ejemplo, el gasto anual de I + D por empleado.

Las razones que explican la escasa utilización de los sistemas de medición de eficiencia de I + D en las empresas son que la mayoría de estos sistemas ponen mucho énfasis en medidas internas porque recogen información y miden variables complicadas que no son relevantes para la organización (BROWN y SVENSON, 1998). Las empresas se quejan además de que el control de las actividades de I + D para medir su eficiencia desestimula la innovación y aumenta la burocracia, con lo que se consigue el efecto contrario al del propósito inicial, que es medir para mejorar la

eficiencia. Ahora bien, el que hayan existido fracasos no significa que todos los sistemas de medición sean contraproducentes sino que, a la hora de diseñar un sistema de medida de la eficiencia de I + D, hay que tener en cuenta una serie de criterios o características (tabla 3).

TABLA 3.—Características de un sistema de medición de eficiencia en I + D

- Enfatizar las medidas externas: ahorro de costes, número y valor de nuevos productos, etcétera.
- No controlar las actividades y comportamiento de científicos e ingenieros sino sus resultados.
- Cuantificar la calidad de las variables que sean relevantes para la organización de I + D.
- Utilizar índices sencillos que integren varias medidas de resultado.
- Simplicidad, no empleando más de diez índices de medición.
- Flexibilidad para que pueda medir la eficiencia de diversos tipos de I + D.

Fuente: BROWN y SVENSON, 1998.

### 3. Estudio empírico en la empresa industrial española

Una vez efectuada la revisión de la literatura sobre los indicadores de eficiencia en I + D, este trabajo realiza un estudio empírico del uso de estos indicadores y métodos en la empresa industrial española.

#### 3.1. METODOLOGÍA

La metodología del estudio ha consistido en la realización de una encuesta por correo a las empresas industriales que en el período 1990-1999 habían recibido financiación del CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) para el desarrollo de proyectos de I + D. La elección de esta base muestral se debe a dos motivos principales: primero, a la relevancia de esta institución que ha contribuido al desarrollo tecnológico y a la que han acudido empresas con proyectos tecnológicos innovadores; el segundo, que la presentación de proyectos y su posterior control implica el uso de indicadores, por lo que a las empresas de la muestra se les presupone un mínimo conocimiento de las técnicas de gestión de proyectos tecnológicos.

La información sobre las empresas fue facilitada por el propio CDTI, enviándose cuestionarios a un total de 423 empresas que habían solicitado ayudas para proyectos cuyo presupuesto fuese superior al millón de euros. Este valor se eligió para garantizar que el proyecto tecnológico tuviese un tamaño que precisase de un conjunto diverso de indicadores para su gestión. Después de un segundo envío de cuestionarios a las empresas que no habían contestado al primero, se consiguió recibir un total de 87 cuestionarios válidos, lo que representa un margen de error del  $\pm 9,6$  por 100. El primer envío se realizó la última semana de enero de 2000 y el segundo en la primera semana de abril del 2000.

En total se obtuvieron 87 cuestionarios útiles para el estudio. La tasa de respuesta (20,5 por 100) es pequeña pero no muy distinta de la de otros análisis de técnicas de evaluación de proyectos de I + D. La muestra se considera, no obstante, re-

presentativa de la población de empresas porque otras 78 empresas (18,4 por 100) no realizaban proyectos de I + D de forma habitual y, como consecuencia, no utilizaban indicadores de eficiencia de I + D de manera sistemática, lo que aumentaría la representatividad de la muestra en cuanto al uso de indicadores a un mínimo del 25,2 por 100.

Además, no han existido diferencias significativas en el tamaño de empresa y sector industrial de las empresas encuestadas respecto a la población. Por tamaños, 39 cuestionarios corresponden a empresas de tamaño grande (más de 250 empleados) y 48 a pymes. Por sectores, predominan el químico-farmacéutico (22,9 por 100), el de fabricación de maquinaria (20,6 por 100) y el electrónico e informático (17,2 por 100).

Los temas tratados en el cuestionario fueron el uso de indicadores cuantitativos y cualitativos en la gestión de proyectos de I + D, el uso de métodos de análisis de la información, y el de control del proyecto ante su evolución negativa. Como hipótesis de análisis se planteó que las empresas grandes y que las empresas más intensivas en I + D utilizarían más los métodos e indicadores de eficiencia de I + D que las empresas más pequeñas y las empresas menos intensivas en I + D. Por el contrario, se planteó que las empresas más antiguas tendrían un menor uso de estos indicadores y métodos que las empresas menos antiguas. A continuación se describen los resultados de la encuesta y se realizan comentarios y análisis sobre algunos de ellos.

#### 3.2. RESULTADOS

##### 3.2.1. Análisis de eficiencia

En primer lugar, se preguntaba a las empresas si realizaban análisis de eficiencia en sus proyectos de innovación tecnológica. De las 87 empresas de las que se recibió información, en 60 de ellas (77 por 100) se realizaban este tipo de análisis. No se han encontrado diferencias significativas de la realización de análisis de eficiencia entre las grandes empresas (74 por 100 lo hacen) y las pymes (79 por 100), así como entre las empresas que dedican a I + D en promedio más del 5 por 100 de sus ventas (82 por 100 hacen estos análisis de eficiencia) y las que invierten menos de esa cantidad (74 por 100 de ellas hacen análisis).

Se ha efectuado un análisis de regresión logística utilizando como variable dependiente la realización o no de análisis de eficiencia en la empresa, y como variables independientes su tamaño (número de empleados), esfuerzo investigador (% I + D/Ventas) y antigüedad (número de años de la empresa). La tabla 4 muestra los resultados de la regresión, en la que la única variable significativa es la del esfuerzo investigador pero con signo positivo, lo que indica que en las empresas con mayor esfuerzo investigador es donde más probabilidad existe de que se efectúen análisis de eficiencia de los proyectos tecnológicos. Este resultado sugiere que las empresas con mayor esfuerzo de investigación precisan de una mayor capacitación y experiencia para gestionar sus proyectos de I + D. De esta forma, las empresas que adoptan un estrategia más ofensiva de I + D debieran, en consecuencia, aumentar y mejorar la formalización de su proceso de gestión de I + D al nivel de lo que hacen las empresas más intensivas en I + D.

TABLA 4.—Regresión logística del uso de análisis de eficiencia en la empresa

	Constante	Tamaño	Esfuerzo investigador	Antigüedad
Coefficiente . . . . .	0,277	-0,002	0,152*	0,013
Estadístico de Wald . . .	0,251	0,721	3,501	1,202
-2 Log Likelihood = 86,904; Chi-cuadrado = 6,906*; n = 87				

Nota: \*p < 0,1.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Uso de indicadores cuantitativos y cualitativos de eficiencia

A continuación se preguntaba a las empresas acerca del diverso uso que hacían de una serie de indicadores cuantitativos y cualitativos para analizar la eficiencia de sus proyectos tecnológicos. Las tablas 5 y 6 recogen, respectivamente, el porcentaje de empresas que utilizaban los indicadores cuantitativos y cualitativos, así como la media y la desviación de la importancia de su empleo en una escala Likert. El uso de ambos grupos de indicadores es muy similar entre las empresas de la muestra, ya que el porcentaje promedio de empresas que utilizan los indicadores cuantitativos es del 86,5 por 100 mientras el porcentaje para los indicadores cualitativos es del 88 por 100.

Los indicadores cuantitativos más utilizados son el del coste de desarrollo del proyecto (99 por 100 de las empresas lo utilizan), seguido del de las desviaciones en costes de desarrollo (98 por 100), y el del tiempo de desarrollo total del proyecto (97 por 100). Los menos utilizados son los de publicaciones científicas (48 por 100) y patentes obtenidas (71 por 100). La importancia de cada indicador cuantitativo de eficiencia atendiendo al porcentaje de empresas que lo emplea se corresponde también con la expresada por la intensidad de uso valorada por las empresas con una escala de 1 (nada) a 5 (siempre). Los indicadores cuantitativos de los que se hace mayor uso son el del coste de desarrollo del proyecto (4,32) y el del tiempo de desarrollo (4,18).

Este resultado es lógico si se considera que costes y tiempos de desarrollo son medidas tradicionales de la eficiencia relacionados con los *inputs*. En cambio, los indicadores de *output* y proceso son menos utilizados que los de *input*, lo que sugiere una potencial limitación para establecer ratios de eficiencia o productividad. Este resultado coincidiría con el obtenido por WERNER y SOUDER (1997b) para las empresas alemanas, las cuales estaban más preocupadas por medidas de *input* de I + D que por ratios de eficiencia.

Respecto a los indicadores cualitativos, en la tabla 6 se comprueba que los indicadores que utilizan un mayor porcentaje de empresas son el de utilidad de las tecnologías desarrolladas (98 por 100), el del grado de cumplimiento de los objetivos tecnológicos (97 por 100) y el del grado de adecuación del proyecto a la estrategia de la empresa. Los indicadores que menos empresas utilizan son el del tiempo de interacción del personal de I + D con otros departamentos (80 por 100) y el de los premios conseguidos (61 por 100). Nuevamente, los indicadores más y menos utilizados respectivamente por las empresas son también los más y menos valorados respectivamente en el análisis de la eficiencia de los proyectos tecnológicos.

TABLA 5.—Uso de indicadores cuantitativos de análisis de eficiencia de proyectos tecnológicos

Indicador	% empresas que lo utilizan	Media de uso	Desviación típica
Coste de desarrollo del proyecto . . . . .	99	4,32	0,97
Desviaciones en los costes de desarrollo del proyecto . . . . .	98	3,93	1,17
Tiempo de desarrollo total del proyecto . . . . .	97	4,18	1,05
Ahorro de costes por los resultados del proyecto . . . . .	95	3,72	1,25
Aumento de ventas con los resultados del proyecto . . . . .	93	3,78	1,24
Desviaciones en los tiempos de desarrollo . . . . .	92	3,80	1,31
Tiempos de desarrollo parciales del proyecto . . . . .	90	3,55	1,34
Rentabilidad del proyecto . . . . .	90	3,55	1,34
Número de nuevos productos introducidos en el mercado . . . . .	89	3,55	1,29
Utilización de la ingeniería simultánea en el proyecto . . . . .	86	2,98	1,26
Número de ideas desarrolladas . . . . .	78	2,51	1,18
Patentes y modelos de utilidad obtenidos . . . . .	71	2,60	1,34
Publicaciones científicas obtenidas . . . . .	48	1,86	1,12

Nota: La intensidad de uso se ha establecido con una escala de 1 (nada) a 5 (siempre). Los indicadores están enumerados en orden decreciente de empresas que los utilizan.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 6.—Uso de indicadores cualitativos de análisis de eficiencia de proyectos tecnológicos

Indicador	% empresas que lo utilizan	Media de uso	Desviación típica
Utilidad de las tecnologías desarrolladas . . . . .	98	3,92	1,03
Grado de cumplimiento de los objetivos tecnológicos . . . . .	97	3,97	1,02
Adecuación del proyecto a la estrategia de la empresa . . . . .	94	4,02	1,16
Coordinación del Departamento de I + D con otros Dptos. . . . .	94	3,74	1,19
Grado de comunicación entre Dptos. durante el proyecto . . . . .	93	3,36	1,13
Grado de satisfacción del cliente con los resultados . . . . .	92	2,93	1,10
Apoyo de la alta dirección al equipo del proyecto de I + D . . . . .	91	3,61	1,30
Tiempo de reacción ante los competidores . . . . .	83	2,98	1,26
Tiempo de interacción del personal de I + D con los clientes . . . . .	80	2,64	1,19
Premios a la Calidad y a la Excelencia conseguidos . . . . .	61	2,06	1,11

Nota: La intensidad de uso se ha establecido con una escala de 1 (nada) a 5 (siempre). Los indicadores están enumerados en orden decreciente de empresas que los utilizan.

Fuente: Elaboración propia.



Utilizando la prueba t de Student de diferencias de medias, se ha contrastado si existían diferencias significativas en el uso y en la importancia de los indicadores cuantitativos y cualitativos anteriores, en función del tamaño de empresa (grande o pyme), su esfuerzo investigador (% I + D/Ventas superior e inferior al 1 por 100) y su antigüedad (número de años superior e inferior al promedio de 33 años). Respecto al porcentaje de empresas que utilizan o no los diferentes indicadores no se han encontrado diferencias significativas para las variables de tamaño o antigüedad, pero sí en cambio para la del esfuerzo investigador. El valor del 1 por 100 representa al primer cuartil de las empresas clasificadas por su esfuerzo investigador. La tabla 7 indica las diferencias en el porcentaje de utilización para los indicadores en los que la diferencia ha resultado significativa.

TABLA 7.—Diferencias significativas de utilización promedio de indicadores cuantitativos y cualitativos de eficiencia en función del esfuerzo investigador de la empresa

Indicador	% de uso en empresas con % I + D/Ventas inferior a 1 %	% de uso en empresas con % I + D/Ventas superior a 1 %
Patentes y modelos de utilidad obtenidos . . . . .	43	77***
Número de nuevos productos introducidos en el mercado . . . . .	71	92**
Aumento de ventas con los resultados del proyecto . . . . .	79	96**
Rentabilidad del proyecto . . . . .	71	93**
Tiempo de reacción ante los competidores . . . . .	64	86**

Nota: El grado de significatividad de la diferencia de medias se ha obtenido con la prueba t de Student de diferencias de medias: \*\*p < 0,05; \*\*\*p < 0,01.  
Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las diferencias en el grado de utilización de los indicadores cuantitativos y cualitativos, atendiendo a las mismas tres variables de tamaño, esfuerzo investigador y antigüedad, se han encontrado más diferencias significativas que para el porcentaje de uso. En general, las empresas grandes han valorado más a los indicadores cuantitativos que a los cualitativos, mientras que en las pymes ha sido al revés. El indicador cuantitativo de las patentes y modelos de utilidad obtenidos es el único cuya diferencia de uso es significativa al 90 por 100 entre las pymes y las grandes empresas (2,35 frente a 2,90 respectivamente). Respecto a la antigüedad de la empresa, los indicadores de costes y desviaciones de coste presentan diferencias significativas al 95 por 100, siendo utilizados en mayor medida en las empresas más jóvenes que en las más antiguas (4,52 y 4,17 respectivamente, frente a 4,08 y 3,64). También existe una diferencia significativa al 90 por 100 entre empresas más jóvenes y más antiguas para el indicador cuantitativo de la ingeniería simultánea (3,19 frente a 2,72). Por último, la tabla 8 muestra los indicadores para los que son significativas las diferencias de uso entre empresas con mayor y menor esfuerzo investigador.

TABLA 8.—Diferencias significativas de la importancia de indicadores cuantitativos y cualitativos de eficiencia en función del esfuerzo investigador de la empresa

Indicador	Importancia en empresas con % I + D/Ventas inferior a 8 %	Importancia en empresas con % I + D/Ventas superior o igual al 8 %
Patentes y modelos de utilidad obtenidos . . . . .	2,42	3,14**
Publicaciones científicas obtenidas . . . . .	1,69	2,36**
Ahorro de costes con los resultados del proyecto . . . . .	3,94	3,09***
Adecuación del proyecto a la estrategia de la empresa . . . . .	3,89	4,41*

Notas: La intensidad de uso se ha establecido con una escala de 1 (nada) a 5 (siempre). El grado de significatividad de la diferencia de medias se ha obtenido con la prueba t de Student de diferencias de medias: \*p < 0,1; \*\*p < 0,05; \*\*\*p < 0,01.  
Fuente: Elaboración propia.

Una vez cuantificada la importancia de cada indicador y analizadas las diferencias de medias de uso entre las empresas de la muestra, se ha realizado un análisis de contingencia para contrastar distintas hipótesis de relación en el empleo de indicadores. Se observa que para todas las relaciones planteadas (tabla 9), los datos estadísticos de la Chi-cuadrado y la razón de verosimilitud resultan significativos, lo que demuestra la relación de dependencia entre ambos indicadores. No obstante la

TABLA 9.—Contraste de relaciones entre diversos indicadores de eficiencia

Contraste de relaciones	Chi-cuadrado	Razón de verosimilitud	V de Cramer
Tiempo total - Desviaciones de tiempo . . . . .	68,067****	55,356****	0,442****
Tiempos parciales - Desviaciones de tiempo . . . . .	68,329****	58,426****	0,443****
Coste - Desviaciones en coste . . . . .	117,154****	84,651****	0,580****
Ingeniería simultánea - Ahorro de costes con el proyecto . . . . .	29,387**	33,063***	0,291**
Patentes - Publicaciones obtenidas . . . . .	49,048***	51,542****	0,375****
Aumento de ventas - Rentabilidad del proyecto . . . . .	72,485****	66,764****	0,456****
Ahorro de costes - Rentabilidad del proyecto . . . . .	47,954****	39,937***	0,371****
Coordinación de I + D - Comunicación con otros Dptos. . . . .	80,866****	72,849****	0,482****
Utilidad de las tecnologías - Grado de satisfacción del cliente . . . . .	49,301****	36,602***	0,376****
Tiempo con clientes - Tiempo de reacción ante competidores . . . . .	39,073***	36,695***	0,335***

Nota: Grado de significatividad: \*\*p < 0,05; \*\*\*p < 0,01; \*\*\*\*p < 0,001.  
Fuente: Elaboración propia.

V de Cramer, que toma valores entre 0 y 1, únicamente presenta valores superiores a 0,5 para la hipótesis de relación entre el indicador de costes del proyecto y sus desviaciones.

También se han realizado dos análisis de regresión. En primer lugar, una regresión logística similar a la efectuada en el apartado 3.2.1 para analizar la probabilidad de que la empresa utilizase o no cada uno de los indicadores de eficiencia en función de su tamaño, esfuerzo investigador y antigüedad. Los resultados obtenidos con esta regresión indican que, excepto para el indicador cualitativo de los premios de calidad, y para los indicadores cuantitativos del coste de desarrollo, ingeniería simultánea, patentes y publicaciones, se obtiene como una variable significativa la del tamaño. En segundo lugar, un análisis de regresión lineal para explicar las diferencias en el porcentaje de empleo promedio de indicadores de eficiencia, utilizando como variables independientes el tamaño, esfuerzo investigador y antigüedad de la empresa. Los resultados de la tabla 10 indican que la única variable que resulta significativa es la del tamaño, lo que indica que las pymes de esta muestra hacen un mayor uso de los indicadores de eficiencia que las grandes empresas. El ajuste del modelo resulta pequeño pero significativo.

TABLA 10.—Análisis de regresión lineal múltiple del uso promedio de indicadores

	Constante	Tamaño	Esfuerzo investigador	Antigüedad
Coefficiente . . . . .	0,880***	-0,009***	0,001	0,007
t-Student . . . . .	28,909	-5,456	0,596	1,246
R = 0,524; R <sup>2</sup> = 0,275; F = 10,492; p = 0,000; n = 87				

Nota: \*\*\*p < 0,01.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, el análisis factorial por el método de componentes principales muestra que existen siete factores o grupos de indicadores que explican una varianza acumulada del 70 por 100. La tabla 11 relaciona los factores y los indicadores correspondientes a cada uno de ellos. Los nombres dados a los factores en función de sus componentes han sido: Rentabilidad, Tiempo, Redes, Coste, Interface, Difusión y Estrategia. El factor más importante es el de la rentabilidad del proyecto, que señala un grupo de indicadores de eficiencia centrados en valores financieros y de mercado.

TABLA 11.—Análisis factorial de indicadores de eficiencia de I + D

Factor	Eigen	% varianza	Indicadores	Saturación
Rentabilidad	6,427	27,94	Aumento de ventas por los resultados del proyecto . . . . .	,839
			Retorno de la inversión en el proyecto . . . . .	,684
			Ahorro de costes por los resultados del proyecto . . . . .	,670
			Aumento de la satisfacción del cliente . . . . .	,606
			Número de nuevos productos introducidos . . . . .	,592
Tiempo	2,232	9,70	Tiempo total de desarrollo del proyecto . . . . .	,785
			Desviaciones de tiempo del proyecto . . . . .	,776
			Tiempos parciales de desarrollo del proyecto . . . . .	,775
Redes	1,836	7,98	Grado de comunicación entre departamentos . . . . .	,867
			Coordinación entre I + D y otros departamentos . . . . .	,832
			Utilidad de las tecnologías desarrolladas . . . . .	,628
Coste	1,764	7,66	Coste de desarrollo del proyecto . . . . .	,823
			Desviaciones de costes de desarrollo del proyecto . . . . .	,768
			Apoyo de la alta dirección . . . . .	,510
Interface	1,459	6,34	Interacción entre I + D y los clientes . . . . .	,709
			Tiempo de reacción ante los competidores . . . . .	,691
			Uso de ingeniería simultánea . . . . .	,551
Difusión	1,240	5,39	Publicaciones científicas . . . . .	,763
			Patentes . . . . .	,757
Estrategia	1,083	4,71	Consecución de objetivos técnicos . . . . .	,788
			Ajuste a la estrategia de la empresa . . . . .	,563

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Métodos de análisis de eficiencia

El tercer elemento de estudio de la encuesta lo constituye el uso que hacen las empresas de una serie de métodos de análisis con los que organizar e integrar la información que se obtiene de los indicadores cuantitativos y cualitativos de eficiencia que se han explicado anteriormente. La tabla 12 presenta los resultados del promedio de empresas que utilizan cada uno de los métodos y del grado de empleo de aquellas que lo emplean. El método más utilizado es el de las ratios (87 por 100 de empresas y 3,43 de intensidad de empleo), seguido de los métodos financieros (83 por 100 y 3,17). Destaca que más de la mitad de las empresas elabora alguna especie de *check-list* o lista de control, que es un método que permite combinar información cuantitativa y cualitativa y resulta especialmente útil para los proyectos de I + D en los que no se dispone de toda la información en condiciones de certeza.

TABLA 12.—Uso de métodos de análisis de eficiencia de proyectos de innovación tecnológica

Método	% empresas que lo utilizan	Media de uso	Desviación típica
Ratios . . . . .	87	3,43	1,34
Métodos financieros de rentabilidad del proyecto . . . . .	83	3,17	1,43
Lista de control ( <i>Check-list</i> ) . . . . .	66	2,62	1,50
Factores ponderados . . . . .	48	1,69	0,85
Programación matemática . . . . .	26	1,47	0,93

Nota: La intensidad de uso se ha establecido con una escala de 1 (nada) a 5 (siempre).  
Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias en el porcentaje de empresas que utilizan cada uno de los métodos relacionados en la tabla 12 no resultan significativas entre las pymes y las grandes empresas, pero sí que se observa alguna diferencia significativa para el esfuerzo investigador y la antigüedad. Concretamente, el método de los factores ponderados es utilizado por un 61 por 100 de las empresas que invierten más de un 5 por 100 en I + D, mientras que sólo lo utilizan un 41 por 100 de las empresas que invierten menos del 5 por 100 en I + D, siendo esta diferencia significativa al 90 por 100. En cuanto a la variable de antigüedad, la tabla 13 indica que las empresas más antiguas utilizan estos métodos en mayor proporción que las empresas más modernas.

TABLA 13.—Diferencias significativas en el empleo de métodos de análisis de eficiencia en función de la antigüedad de la empresa

Método	% de empresas con antigüedad inferior a la media que utilizan el método	% de empresas con antigüedad superior o igual a la media que utilizan el método
Lista de control . . . . .	56	77**
Factores ponderados . . . . .	35	64***
Programación matemática . . . . .	25	28*

Notas: \*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01.  
Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, las diferencias en el grado de uso de cada método no muestran diferencias significativas para el tamaño de empresa. En cambio, para el esfuerzo investigador las empresas que invierten como mínimo un 5 por 100 en I + D han expresado una mayor intensidad de uso que las que invierten menos del 5 por 100. La única diferencia significativa —al 95 por 100— se da para el uso de los ratios (3,79 frente a 3,20). Respecto a la antigüedad de la empresa, también las que tienen una antigüedad igual o superior a la media hacen un uso más intensivo de estos métodos que las menos antiguas, siendo la única diferencia significativa —al 95 por 100—

para el método de los factores ponderados. Este resultado sugeriría una posible relación de aprendizaje en el uso de técnicas de análisis de eficiencia, en el sentido de que si las empresas más antiguas son las de mayor experiencia en actividades de I + D, la mejora en la eficiencia de los procesos de I + D de las empresas necesitaría de un esfuerzo de aprendizaje por parte de empresas con menos experiencia.

Se ha realizado un análisis de regresión logística para estudiar la probabilidad de que se utilice o no cada uno de estos cinco métodos según el tamaño de la empresa, su esfuerzo investigador y su antigüedad. El único modelo con alguna variable significativa ha resultado para el método de los ratios en el que la variable tamaño presenta un valor de Wald de 3,928 significativo al 90 por 100. Tampoco se ha encontrado ninguna otra relación significativa al desagregar el esfuerzo investigador en sus distintos componentes de investigación básica y aplicada, desarrollo de productos e implementación de nuevas tecnologías. Esto significa que, a diferencia de lo que se encuentra en otros estudios de la literatura, el tipo de investigación que realiza la empresa no influye en el tipo de análisis de eficiencia que hace la empresa, lo que podría suponer una limitación para la interpretación y el control de algunos de los resultados de los proyectos de I + D. Donde sí que se han encontrado relaciones significativas es en el análisis de contingencia del contraste de hipótesis entre la intensidad de uso de estos métodos y el de algunos de los indicadores cuantitativos y cualitativos. La tabla 14 recoge los resultados de este análisis: el uso de ratios y métodos financieros de análisis de la eficiencia muestra una elevada dependencia con el indicador cuantitativo de la rentabilidad del proyecto, mientras que el indicador de la adecuación del proyecto de I + D a la estrategia de la empresa está relacionado con los métodos de listas de control y factores ponderados que precisan de un nexo común entre los distintos indicadores que los forman.

TABLA 14.—Contraste de relaciones entre el uso de métodos e indicadores de eficiencia

Contraste de relaciones	Chi-cuadrado	Razón de verosimilitud	V de Cramer
Ratios - Rentabilidad del proyecto . . . . .	37,903***	42,183***	0,330***
Métodos financieros - Rentabilidad del proyecto . . . . .	36,486***	38,934***	0,324***
Métodos financieros - Adecuación estratégica del proyecto . . . . .	29,476**	27,953**	0,291**
Lista de control - Adecuación estratégica del proyecto . . . . .	23,954*	26,231*	0,262*
Factores ponderados - Adecuación estratégica del proyecto . . . . .	24,881**	29,804***	0,309**

Nota: Grado de significatividad: \*p < 0,1; \*\*p < 0,05; \*\*\*p < 0,01.  
Fuente: Elaboración propia.



3.2.4. Mecanismos de control de variación de la eficiencia

El último apartado del cuestionario se refiere a los mecanismos de control utilizados para responder a una evolución negativa de los indicadores de eficiencia del proyecto. La tabla 15 recoge los resultados de este apartado. El mecanismo más utilizado —después del de ejercer un mayor control sobre el proyecto— es el de aumentar los recursos dedicados al mismo (94 por 100 de empresas lo utilizan con una valoración de 3,20 sobre 5), seguido del de reasignar personal al proyecto (91 por 100 de empresas y 2,79 de valoración). No se han encontrado diferencias significativas en los porcentajes y grado de utilización de estos mecanismos en las empresas según su tamaño y antigüedad, pero sí con relación al esfuerzo investigador. Concretamente, el estudio de la cancelación anticipada del proyecto de I + D era más intenso en las empresas que invertían como mínimo el 5 por 100 en I + D que en las que tenían un esfuerzo investigador inferior con un grado de significatividad en ambos casos del 95 por 100 (tabla 16). Este resultado es lógico en el sentido de que las empresas con mayor esfuerzo de investigación tienen una mayor probabilidad de que alguno de sus proyectos no se desarrolle conforme a lo previsto, que otra empresa con un menor esfuerzo y número de proyectos de investigación.

TABLA 15.—Uso de mecanismos de control del proyecto de innovación tecnológica cuando los indicadores de eficiencia evolucionan negativamente

Método	% empresas que lo utilizan	Media de uso	Desviación típica
Se aumenta el control sobre el desarrollo del proyecto . . . . .	98	4,00	0,93
Se aumentan los recursos dedicados al proyecto. . . . .	94	3,20	0,95
Se reasigna el personal del proyecto . . . . .	91	2,79	1,05
Se modifican los objetivos del proyecto. . . . .	87	2,93	1,10
Se estudia la cancelación anticipada del proyecto. . . . .	84	2,95	1,24
No se modifica el desarrollo del proyecto . . . . .	62	2,24	1,22

Nota: La intensidad de uso se ha establecido con una escala de 1 (nada) a 5 (siempre).  
Fuente: Elaboración propia.

TABLA 16.—Diferencias significativas en el estudio de la cancelación anticipada de un proyecto de I + D en función del esfuerzo investigador de la empresa

	% I + D/Ventas inferior a 5 %	% I + D/Ventas superior o igual al 5 %
Porcentaje de empresas que lo estudian	78	94**
Intensidad de uso . . . . .	2,74	3,30**

Notas: La intensidad de uso se ha establecido con una escala de 1 (nada) a 5 (siempre). El grado de significatividad de la diferencia de medias se ha obtenido con la prueba t de Student de diferencias de medias. \*\*p < 0,05.  
Fuente: Elaboración propia.

Por último, la tabla 17 recoge el contraste de la relación de dependencia entre el uso de estos mecanismos de control con los métodos de análisis de la eficiencia del proyecto de I + D. La cancelación anticipada muestra una relación de dependencia con el empleo de los métodos que permiten incluir un mayor número de indicadores en la toma de decisiones —listas de control y factores ponderados— y con el de programación matemática que permite analizar el efecto que un proyecto tiene dentro de una cartera de proyectos. Por su parte, los mecanismos del aumento de control y la reasignación de personal parecen estar más relacionados con los métodos más sencillos e individualizados de análisis de la eficiencia.

TABLA 17.—Contraste de relaciones entre los mecanismos de control y los métodos utilizados de análisis de la eficiencia de I + D

Contraste de relaciones	Chi-cuadrado	Razón de verosimilitud	V de Cramer
Cancelación anticipada - Lista de control . . . . .	26,399**	32,551***	0,275**
Cancelación anticipada - Factores ponderados . . . . .	26,640***	25,675**	0,319***
Cancelación anticipada - Programación matemática . . . . .	28,475**	25,448*	0,286**
Aumento de control - Ratios . . . . .	26,350**	30,173**	0,275**
Aumento de control - Métodos financieros	25,788*	33,416***	0,272*
Reasignación de personal - Métodos financieros . . . . .	29,536**	31,143**	0,291**

Nota: Grado de significatividad: \*p < 0,1; \*\*p < 0,05; \*\*\*p < 0,01.  
Fuente: Elaboración propia.

Conclusión e implicaciones

Este trabajo recoge los resultados de un estudio realizado a empresas españolas sobre el análisis de eficiencia que hacen en sus proyectos de I + D. El 77 por 100 de las empresas encuestadas realizaban análisis de eficiencia, existiendo una mayor probabilidad de que se realizasen estos análisis en las empresas con mayor esfuerzo investigador. El uso de indicadores cuantitativos es similar al de los cualitativos, siendo los más importantes los relacionados con los costes y tiempos de desarrollo, y los de utilidad y cumplimiento de los objetivos tecnológicos. La comparación del uso de indicadores y del análisis de eficiencia con los de otros estudios señalados en la revisión de la literatura parece indicar un mayor uso de los mismos en la empresa española, aunque este resultado debe interpretarse con cautela debido al sesgo de la muestra elegida. El análisis factorial mostró que las empresas buscaban la eficiencia principalmente a través de la rentabilidad y de los tiempos de desarrollo del proyecto.

Otro resultado con implicaciones para las empresas es que ni el tamaño o la edad explicaban las diferencias en el uso de indicadores de eficiencia. El esfuerzo en I + D era la única variable explicativa. Las empresas más intensivas en I + D utili-

lizaban más los indicadores de eficiencia. Este resultado concuerda con el de otros estudios sobre evaluación de I + D. Cuanto mayor y más diversificado es el presupuesto de I + D, mayor es la necesidad de analizar distintas dimensiones de la eficiencia del proyecto de I + D. No importa el tamaño o la edad de la empresa sino el esfuerzo de I + D para crear la necesidad de evaluar el proyecto. Una empresa que prevea aumentar su presupuesto de I + D debería mejorar su base de conocimiento en la evaluación de proyectos de I + D.

Respecto a los métodos de análisis de la eficiencia, los más empleados son los de ratios y análisis financieros, encontrándose diferencias significativas de mayor empleo para las empresas más antiguas, lo que apuntaría una posible relación entre aprendizaje y utilización de técnicas de análisis de la eficiencia. No se han encontrado diferencias significativas de uso para otras variables como tamaño, esfuerzo investigador o tipo de I + D, siendo este último resultado distinto a lo que se indica en la literatura al señalar ésta una mayor importancia de algunos indicadores o métodos de análisis en función de la fase o tipo de proyecto de I + D. Los mecanismos de control utilizados han mostrado diferencias significativas con el esfuerzo investigador de la empresa, así como una relación con el empleo de algunos métodos de análisis de la eficiencia.

Estos resultados indican que el uso de indicadores y métodos de evaluación no tiene una barrera de tamaño para las empresas, porque la base de conocimiento necesaria para hacer este análisis está actualizada y disponible en la literatura. Aunque el uso de métodos de evaluación parece limitarse a los modelos sencillos de ratios, análisis financiero o listas de control, a medida que los gerentes se familiaricen más con el uso de estos métodos, el empleo de los más sofisticados podría incrementarse.

## Referencias

- BROWN, M. y SVENSON, R. (1998): «Measuring R&D Productivity», *Research & Technology Management*, vol. 41, núm. 6, págs. 30-35.
- BURKHART, R. (1995): *Survey results to the three «biggest» problems*, Industrial Research Institute, Washington, Estados Unidos.
- HAUSER, J. y ZETTELMEYER, F. (1997): «Metrics to Evaluate R,D&E», *Research & Technology Management*, vol. 40, núm. 4, págs. 32-38.
- HERBERTZ, H. y MÖLLER-HILL, B. (1995): «Quality and Efficiency of Basic Research in Molecular Biology: A Bibliometric Analysis of Thirteen Excellent Research Institutes», *Research Policy*, vol. 24, núm. 6, págs. 959-979.
- HIGGINS, J. y WATTS, K. (1986): «Some Perspectives on the Use of Management Science Techniques in R&D Management», *R&D Management*, vol. 16, núm. 4, págs. 291-296.
- KELLER, R. y HOLLAND, W. (1982): «The Measurement of Performance Among Research and Development Professional Employees: A Longitudinal Analysis», *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 29, núm. 2, págs. 54-58.
- LEE, M. et al. (1996): «Measuring R&D Effectiveness in Korean Companies», *Research & Technology Management*, vol. 39, núm. 6, págs. 28-31.
- MEINHART, W. y PEDERSON, J. (1989): «Measuring the Performance of R&D Professionals», *Research & Technology Management*, vol. 32, núm. 4, págs. 19-21.
- MOSER, M. (1985): «Measuring R&D Performance in R&D Settings», *Research Management*, vol. 28, núm. 5, págs. 31-33.

- PAPPAS, R. y REMER, D. (1985): «Measuring R&D Productivity», *Research Management*, vol. 28, núm. 3, págs. 15-22.
- PATTERSON, W. (1983): «Evaluating R&D Performance at Alcoa Laboratories», *Research Management*, vol. 26, núm. 2, págs. 23-27.
- RUBENSTEIN, A. y GEISLER, E. (1991): «Evaluating the Outputs and Impacts of R&D/Innovation», *International Journal of Technology Management*, págs. 181-204.
- SCHAINBLATT, A. (1982): «How Companies Measure the Productivity of Engineers and Scientists», *Research Management*, vol. 25, núm. 3, págs. 10-18.
- SOUDER, W. (1988): *Project Management Handbook*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- STEVENS, G. y BURLEY, J. (1997): «3.000 Raw Ideas = 1 Commercial Success!», *Research & Technology Management*, vol. 40, núm. 3, págs. 16-27.
- TETHER, B. (1998): «Small and Large Firms: Sources of Unequal Innovations», *Research Policy*, vol. 27, núm. 7, págs. 725-745.
- TIDD, J. (1996): «Linking Technological, Market & Financial Indicators of Innovation», *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 4, núm. 3, págs. 155-172.
- TIPPING, J. (1993): «Doing a Lot More With a Lot Less», *Research & Technology Management*, vol. 36, núm. 5, págs. 13-14.
- TIPPING, J. et al. (1995): «Assessing the Value of Your Technology», *Research & Technology Management*, vol. 38, núm. 5, págs. 22-39.
- WERNER, B. y SOUDER, W. (1997a): «Measuring R&D Performance - State of the Art», *Research & Technology Management*, vol. 40, núm. 2, págs. 34-42.
- WERNER, B. y SOUDER, W. (1997b): «Measuring R&D Performance - U.S. and German Practices», *Research & Technology Management*, vol. 40, núm. 3, págs. 28-32.